

Docket No.: 2336-214

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
Jung Hyun LEE et al. :
U.S. Patent Application No. *Not yet assigned* : Group Art Unit: *Not yet assigned*
Filed: *Herewith* : Examiner: *Not yet assigned*

For: MEMS VARIABLE OPTICAL ATTENUATOR HAVING MOVABLE OPTICAL
WAVEGUIDE AND METHOD FOR OPERATING MOVABLE OPTICAL WAVEGUIDE


CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims, in the present application, the priority of *Korean Patent Application No. 2003-41391, filed June 25, 2003*. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,
LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP


Benjamin J. Hauptman
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310
Alexandria, Virginia 22314
(703) 684-1111 BJH/etp
Facsimile: (703) 518-5499
Date: October 22, 2003



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0041391
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 06월 25일
Date of Application JUN 25, 2003

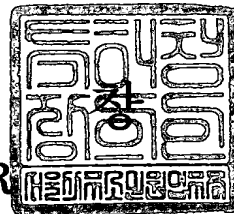
출원인 : 삼성전기주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 09 월 26 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

| | |
|------------|--|
| 【서류명】 | 특허출원서 |
| 【권리구분】 | 특허 |
| 【수신처】 | 특허청장 |
| 【참조번호】 | 0010 |
| 【제출일자】 | 2003.06.25 |
| 【국제특허분류】 | G02B 26/00 |
| 【발명의 명칭】 | 이동식 광도파로를 구비한 MEMS 가변 광감쇄기 및 이동식 광도파로의 구동방법 |
| 【발명의 영문명칭】 | MEMS Variable Optical Attenuator Having A Moving Optical Waveguide and Method of Driving The Moving Optical Waveguide |
| 【출원인】 | |
| 【명칭】 | 삼성전기 주식회사 |
| 【출원인코드】 | 1-1998-001806-4 |
| 【대리인】 | |
| 【성명】 | 손원 |
| 【대리인코드】 | 9-1998-000281-5 |
| 【포괄위임등록번호】 | 2002-047982-8 |
| 【대리인】 | |
| 【성명】 | 노세호 |
| 【대리인코드】 | 9-2001-000043-1 |
| 【포괄위임등록번호】 | 2002-047988-1 |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 이정현 |
| 【성명의 영문표기】 | LEE, Jung Hyun |
| 【주민등록번호】 | 690425-1914614 |
| 【우편번호】 | 442-374 |
| 【주소】 | 경기도 수원시 팔달구 매탄4동 삼성3차아파트 12동 309호 |
| 【국적】 | KR |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 정성천 |
| 【성명의 영문표기】 | JUNG, Sung Cheon |
| 【주민등록번호】 | 660316-1066914 |

【우편번호】 442-707
【주소】 경기도 수원시 팔달구 망포동 벽산아파트 117-2001
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 홍윤식
【성명의 영문표기】 HONG,Yoon Shik
【주민등록번호】 700303-1047519
【우편번호】 463-776
【주소】 경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지 한양아파트 301동 307호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
손원 (인) 대리인
노세호 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 6 면 6,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 13 항 525,000 원
【합계】 560,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 이동식 광도파로를 갖는 MEMS 가변 광감쇄기에 관한 것으로, 평탄한 상면을 갖는 기판과, 상기 기판 상면에 서로 광축이 일치되도록 정렬된 광송수신단과, 상기 광송수신단 사이에서 전송되는 광에 대한 감쇄량이 최대인 위치에 배치된 이동식 광도파로와, 상기 기판 상에 배치되어 상기 이동식 광도파로를 이동시키기 위한 마이크로 액츄에이터와, 상기 마이크로 액츄에이터에 구동전압을 제공하는 전압공급부를 포함하며, 상기 마이크로 액츄에이터는 상기 전압공급부로부터 제공되는 구동전압이 증가함에 따라 상기 감쇄량이 감소되도록 상기 이동식 광도파로를 이동시키는 구조를 갖는 MEMS 가변 광감쇄기를 제공한다.

본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기는 낮은 전압범위에서도 뚜렷한 감쇄량의 변화를 얻을 수 있으며, 전체적으로 구동전압에 따라 감쇄량이 거의 선형적으로 변화하므로, 추가적인 제어회로없이도 구동전압을 통해 감쇄량을 보다 정밀하게 제어할 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

MEMS 가변 광감쇄기(MEMS Variable Optical Attenuator), 마이크로 액츄에이터(Micro Actuator), 이동식 광도파로(moving optical waveguide).

【명세서】**【발명의 명칭】**

이동식 광도파로를 구비한 MEMS 가변 광감쇄기 및 이동식 광도파로의 구동방법{MEMS Variable Optical Attenuator Having A Moving Optical Waveguide and Method of Driving The Moving Optical Waveguide}

【도면의 간단한 설명】

도1은 종래의 MEMS 가변 광감쇄기의 사시도이다.

도2a 내지 2b는 종래의 MEMS 가변 광감쇄기에서 이동식 광도파로의 구동을 나타내는 개략단면도이다.

도3는 종래의 MEMS 가변 광감쇄기에서 이동식 광도파로의 구동에 의한 광감쇄량의 변화를 나타내는 그래프이다.

도4a 및 도4b는 각각 본 발명의 일 실시형태에 따른 MEMS 가변 광감쇄기의 사시도와 이동식 도파로의 구동을 나타내는 부분단면도이다.

도5a 및 5b는 각각 종래의 MEMS 가변 광감쇄기와 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기의 구동전압, 광차단거리 및 감쇄량의 관계를 나타내는 그래프이다.

도6a 및 도6b는 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기에서 이동식 광도파로의 구동에 의한 광감쇄량의 변화를 나타내는 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

60: 기판 62: 산화물층

65a, 65b: 광송수신단 70: 구동전극부

71, 81: 빔살부 75: 고정전극

80: 이동전극부 87a, 87b: 탄성구조물

85a, 85b: 접지전극 90: 이동식 광도파로

100: MEMS 가변 광감쇄기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<14> 본 발명은 이동식 광도파로를 구비한 가변 광감쇄기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 낮은 구동전압에서도 그 전압의 증감에 따라 감쇄량을 거의 선형적으로 변화시킬 수 있는 MEMS 가변 광감쇄기 및 이를 위한 이동식 광도파로의 구동방법에 관한 것이다.

<15> 최근에 광통신시스템이 널리 보급되면서, 광통신기기 및 광통신소자 관련기술이 활발히 연구되고 있다. 가변 광감쇄기(variable optical attenuator: VOA)는 이러한 광통신소자 중 하나로서, 광송신단으로부터 광수신단으로 향하는 광량을 변화시키는데 사용되는 소자이다. 이러한 가변 광감쇄기는 보다 저렴한 비용으로 신뢰성이 우수하고 보다 소형화되도록, 반도체 공정 기술을 응용한 MEMS(Micro Electro Mechanical System)형태로 제조되어지며, 이를 MEMS 가변 광감쇄기라한다.

<16> 이러한 MEMS 가변 광감쇄기는 실리콘 기판 상에 형성된 마이크로 액츄에이터와 광차단부를 포함하며, 상기 마이크로 액츄에이터에 의해 광차단부를 이동시켜, 광송수신단으로부터 광수신단으로 향하는 광량 중 일부를 차단하여 원하는 감쇄량을 발생시키는 방식으로 작동된다. 상기 광차단부는 크게 차단막 형태와 광도파로형태로 구분될 수 있다. 차단막은 반사층으로 도포된 면을 구비하여, 광송수신단 사이의 전송되는 광량을 반사시켜 차단하는 방식이며, 광도파로는 광송수신단의 광축과 일치하게 정렬될 수 있는 광섬유 등을 이용하며, 그 코어를 통과하는 광량을 조절되도록 그 광도파로를 이동시키는 방식으로 구현된다.

<17> 도1은 종래의 이동식 광도파로를 구비한 가변 광감쇄기를 나타내는 사시도이다.

<18> 도1을 참조하면, MEMS 가변 광감쇄기(50)는, 광수신단(15a)과 광송수신단(15b)이 정렬된 기판(10)과, 고정전극부(20a,20b) 및 이동전극부(30)을 이루어진 마이크로 액츄에이터와, 상기 이동전극부(30)에 연결된 이동식 광도파로(40)로 이루어진다. 상기 이동전극부(30)는, 상기 제1 빔살부(31)와, 상기 기판(10) 상에 고정된 접지전극(35)과, 상기 제1 빔살부(31)와 상기 접지전극(35)을 연결하는 탄성체(37)를 포함하며, 상기 고정전극부(20a,20b)는 각각 상기 제2 빔살부(21a,21b)와, 상기 제2 빔살부(21a,21b)와 전기적으로 연결된 구동전극(25a,25b)을 포함한다. 상기 제1 및 제2 빔살부(21a,21b 및 31)는 서로 맞물린 구조로 배치된다.

<19> 이러한 가변 광감쇄기(50)는 구동전극(25a,25b)에 전기적 제어신호가 입력되지 않은 상태에서는 제1 빔살부(31)와 제2 빔살부(21a,21b)가 소정의 간격으로 이격되어 위치하지만, 구

동전극(25a,25b)에 구동전압이 인가되면, 고정전극부(20)와 이동전극부(30) 사이에 전위차가 형성되고, 상기 제1 빗살부(31)와 제2 빗살부(21a,21b) 사이에 정전력이 형성된다.

<20> 도2a 및 2b는 도1에 예시된 MEMS 가변광감쇄기의 이동식 광도파로 구동방식을 설명하기 위한 개략도이다. 구동전극부(25a,25b)에 구동전압이 인가되지 않은 상태에서는 도2a와 같이 이동식 광도파로(40)의 코어가 광송수신단(15a,15b)의 광축 상에 정렬되도록 제1 빗살부(21a,21b)와 제2 빗살부(31)가 소정의 간격으로 이격되어 위치하여 최대 광량을 전송시킬 수 있게 된다. 이어, 구동전극부(25a,25b)에 구동전압이 인가되면 제1 빗살부(21a,21b)와 제2 빗살부(31) 사이에 정전력이 발생하여, 도2b와 같이 이동식 광도파로가 일정한 변위(δ)를 갖게 되고, 이로써 변위된 거리(광차단거리)만큼 감쇄량이 발생된다. 즉, 구동전압이 증가함에 따라 원하는 감쇄량을 증가시킬 수 있다. 이와 같이, 이동식 광도파로의 변위에 따라 광송수신단의 접속면적을 조절함으로써 삽입손실, 즉 감쇄량을 제어할 수 있다. 이러한 감쇄량은 마이크로 액츄에이터(즉, 구동전극부)에 인가되는 구동전압에 따라 선형적으로 변화하는 것이 바람직하다. 하지만, 낮은 구동전압 범위에서는 선형적인 변화가 나타나지 않은 문제가 있다.

<21> 보다 구체적으로 도3의 그래프를 참조하여 설명하기로 한다. 도3은 상술된 종래의 MEMS 가변 광감쇄기에서 이동식 광도파로의 구동에 의한 광감쇄량의 변화를 나타내는 그래프이다.

<22> 도3에 도시된 바와 같이, 마이크로 액츄에이터에 제공되는 구동전압이 증가함에 따라 감쇄량을 증가되는 경향을 갖는다. 그러나, 약 6V미만의 낮은 전압범위에서는 구동전압에 관계없이 감쇄량이 거의 변화하지 않는다. 이는 광도파로의 코어와 광송수신단의 코어의 간격으로 정의

되는 광차단거리(light blocking distance)에 따른 감쇄량이 1차원 가우시안분포이며, 예를 들어 광차단거리가 50%이상이 되는 시점부터 변위의 3차 함수로 광량이 감소하는 동시에, 이러한 광차단거리는 구동전압의 제곱에 비례하기 때문이다.

<23> 결과적으로, 구동전압의 변화에 따른 감쇄량의 변화는 낮은 구동전압범위에서는 거의 변화가 없으며, 구동전압이 높을수록 높은 차수의 감쇄량변화(예를 들어, 감쇄량(dB) = V^5)를 나타낸다.

<24> 따라서, 종래의 MEMS 가변 광감쇄기에서는, 구동전압에 따른 감쇄량 변화의 선형성을 확보하기 어려우므로, 인가 전압을 조절하여 원하는 감쇄량으로 정확히 제어하는 것이 어렵다는 문제가 있어 왔다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제를 해결하기 위한 것으로, 그 목적은 마이크로 액츄에이터에 인가되는 구동전압에 따라 감쇄량을 거의 선형적으로 변화시킬 수 있는 이동식 광도파로를 구비한 MEMS 가변 광감쇄기를 제공하는데 있다.

<26> 또한, 본 발명은 MEMS 가변 광감쇄기에서 구동전압변화에 따라 감쇄량을 거의 선형적으로 변화시킬 수 있는 이동식 광도파로의 구동방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <27> 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 평탄한 상면을 갖는 기판과, 상기 기판 상면에 서로 광축이 일치되도록 정렬된 광송신단 및 광수신단과, 상기 광송신단과 광수신단 사이에서 전송되는 광에 대한 감쇄량이 최대인 위치에 배치된 이동식 광도파로와, 상기 기판 상에 배치되어 상기 이동식 광도파로를 이동시키기 위한 마이크로 액츄에이터와, 상기 마이크로 액츄에이터에 구동전압을 제공하는 전압공급부를 포함하며, 상기 마이크로 액츄에이터는 상기 전압공급부로부터 제공되는 구동전압이 증가함에 따라 상기 감쇄량이 감소되도록 상기 이동식 광도파로를 이동시키는 구조를 갖는 MEMS 가변 광감쇄기를 제공한다.
- <28> 바람직하게, 상기 이동식 광도파로는 구동전압이 0일 때에 상기 광송수신단 사이에 전송되는 광이 완전히 차단되는 위치에 배치되며, 상기 구동전압이 제공되기 시작하면 상기 광송수신단 사이에서 적어도 일부의 광량이 전송가능한 위치로 이동될 수 있다.
- <29> 또한, 본 발명의 바람직한 실시형태에서는, 입력전압에 따른 감쇄량 변화를 비례하도록 구현하기 위해서, 상기 전압공급부에 입력전압이 증가됨에 따라 출력되는 상기 구동전압을 감소시키는 차동회로를 포함시킬 수 있다.
- <30> 나아가, 본 발명은 상기 이동식 광도파로가 상기 광축방향에 수직인 방향으로 이동되는 구조와 상기 광축방향을 중심으로 회전되는 구조에 모두 적용될 수 있다.

- <31> 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 마이크로 액츄에이터의 구서은 상기 기판 상에 배치되며 상기 광축에 대해 수직방향으로 이동가능하도록 형성된 제1 빔살부를 구비한 이동전극부와, 상기 기판 상에 고정되며 상기 제1 빔살부와 서로 맞물린 제2 빔살부를 구비한 구동전극부를 포함할 수 있다. 이 경우에, 상기 이동전극부는 상기 구동전극부와 상기 광송수신단의 광축 사이에 배치될 수 있다.
- <32> 본 발명의 다른 실시형태에서, 상기 마이크로 액츄에이터는 상기 기판 상에 고정된 구동전극부와, 상기 기판 상에 힌지연결되어 제1 단이 상기 구동전극부 상에 부유하면서 상기 이동식 광도파로가 연결된 제2 단이 상하이동되도록 구성된 이동전극부를 포함할 수 있다.
- <33> 또한, 본 발명은 새로운 이동식 광도파로의 구동방법을 제공한다. 상기 방법은, 기판 상면에 서로 광축이 일치하도록 정렬된 광송신단과 광수신단 사이에서 전송되는 광이 원하는 양으로 감쇄시키는 이동식 광도파로 구동방법에 있어서, 상기 광송신단과 광수신단 사이에서 전송되는 광에 대한 감쇄량이 최대인 위치에 상기 이동식 광도파로를 위치시키는 단계와, 구동전압이 증가됨에 따라 상기 이동식 광도파로를 상기 광의 감쇄량이 감소되도록 이동시키는 단계를 포함한다.
- <34> 바람직하게는, 상기 이동식 광도파로를 이동시키기 위한 구동전압이 입력전압에 반비례하도록 제공될 수 있다.

- <35> 이와 같이, 본 발명의 기본적인 특징은 MEMS 가변 광감쇄기에서 이동식 광도파로의 초기 위치를 그 감쇄기의 감쇄량의 최대인 위치에 배치하고, 구동전압이 인가함에 따라, 감쇄량을 감소시킬 수 있는 위치로 이동시키는데 있다. 따라서, 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기에서는 구동전압과 광차단거리의 비선형적인 고차수함수관계와, 광차단거리와 감쇄량의 비선형적인 고차수함수관계를 상쇄시킴으로써, 최종적인 구동전압에 따른 감쇄량 변화를 거의 1차 함수관계에 가까운 선형성을 확보함으로써 감쇄량 제어의 정밀성을 보장할 수 있다.
- <36> 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시형태를 보다 상세히 설명한다.
- <37> 도4a는 본 발명의 일 실시형태에 따른 MEMS 가변 광감쇄기의 사시도이다. 본 실시형태에 따른 MEMS 가변 광감쇄기는 콤 액츄에이터로 구현된 예이다.
- <38> 도4a를 참조하면, MEMS 가변 광감쇄기(100)는, 광수신단(65a)과 광송신단(65b)이 정렬된 기판(60)과, 고정전극부(70) 및 이동전극부(80)을 이루어진 마이크로 액츄에이터와, 상기 이동전극부(80)에 연결된 이동식 광도파로(90)로 이루어진다. 상기 이동전극부(80)는 상기 기판(60) 상에 고정된 접지전극(85)과, 상기 접지전극(85a,85b)에 탄성구조물(87a,87b)로 연결된 제1 빔살부(81)를 포함하며, 상기 이동전극부(80)의 일단에는 이동식 광도파로(90)가 마련된다. 또한, 상기 고정전극부(70)는 상기 제2 빔살부(71)와, 상기 제2 빔살부(71)에 연결된 구동전극(75)을 포함하며, 상기 제2 빔살부(71)는 상기 제1 빔살부(81)와 서로 맞물린 구조를 갖는다.

- <39> 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기(100)에서, 상기 이동식 광도파로(90)의 초기위치는 광송수신단(65a, 65b) 사이에서 전송되는 광이 미리 설정된 최대치로 감쇄될 수 있는 위치에 배치된다. 바람직하게, 최대 감쇄량을 갖는 위치는 구동전압이 인가되지 않을 때에 완전히 전송되는 광을 실질적으로 완전히 차단하면서, 일단 구동전압이 인가되기 시작하면, 적어도 일부의 광을 전송시킬 수 있는 상태로 변경될 수 있는 위치로 설정한다.
- <40> 이로써, 상기 가변 광감쇄기(100)는 구동전극(75)에 전압공급부(미도시)에서 구동전압 제공되지 않을 때는 최대 감쇄량으로 광송수신단(65a, 65b) 사이의 광을 차단하지만, 구동전극(75)에 구동전압이 인가되면, 상기 제1 빔살부(81)와 제2 빔살부(71) 사이에 정전력이 형성되어, 이동식 광도파로(90)가 화살표 방향으로 이동되어 감쇄량을 감소시키는 방식으로 구현된다.
- <41> 이하, 도4b를 참조하여, 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기의 이동식 광도파로의 구동 방식을 보다 상세히 설명한다. 도4b는 각각 본 발명의 일 실시형태에 따른 MEMS 가변 광감쇄기의 사시도와 이동식 도파로의 구동을 나타내는 부분단면도이다.
- <42> 도4b에 도시된 바와 같이, 구동전압이 인가되지 않은 상태에서 광송수신단(65b)과 광수신단(65a) 사이에 전송되는 광이 완전히 차단되도록 이동식 광도파로(90)가 배치된다. 여기서, 이동식 광도파로(90)의 초기 위치는 소정의 방향으로 극히 미세한 이동이 발생하면, 광송수신

단(65a,65b)에서 전송되는 광이 그 코어에 통과하여 감쇄량이 감쇄되기 시작하는 위치가 된다.

<43> 일단, 소정의 구동전압이 마이크로 액츄에이터에 제공되어 도4a에서 이동식 광도파로(90)가 연결된 제1 빔살부(71)가 제2 빔살부(81)를 향해 이동하면, 상기 이동식 광도파로(90)의 코어는 전송되는 광이 통과될 수 있는 위치로 이동된다. 따라서, 초기(구동전압이 0V 인 상태)에 설정된 최대 감쇄량을 감소시키고, 소정의 구동전압에 도달되면, 상기 이동식 광도파로(90)는 점선으로 표시된 바와 같이 감쇄량이 0인 위치로 이동될 수 있다.

<44> 또한, 본 발명은 도4a에 도시된 MEMS 가변 광감쇄기의 구조와 다른 마이크로 액츄에이터에도 적용될 수 있다. 즉, 기관 상에 고정된 구동전극부와, 기관 상에 힌지연결되어 제1 단이 상기 구동전극부 상에 부유하면서 상기 이동식 광도파로가 연결된 제2 단이 상하이동되도록 구성된 이동전극부를 포함하는 평판형 마이크로 액츄에이터를 갖는 MEMS 가변 광감쇄기에도 동일하게 적용될 수 있다.

<45> 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기에 적용되는 원리는 구동전압과 광차단거리의 고차함수관계와 광차단거리 및 감쇄량의 고차함수관계를 서로 상쇄시킴으로써 비교적 선형성에 가까운 구동전압과 감쇄량의 관계를 얻는데 있다.

<46> 보다 구체적으로, 구동전압(V)에 따른 구동력(F)는,

<47> $F = en_c t / g \lambda^2$ (여기서, e :유전율, n_c :콤의 갯수, t :콤의 두께 g :콤 사이의 갭)으로 정의되며,

<48> 상기 구동력의 관계식으로부터 광도파로의 이동변위(d)는,

<49> $d[\mu m] = f/k = en_c t / (kd) \lambda^2$ (여기서, k 는 탄성구조물의 탄성계수)이다.

<50> 따라서, 구동전압(V)과 광도파로의 이동변위(d)의 관계는,

<51> $d[\mu m] \propto V^2$

<52> 로 표현될 수 있다.

<53> 또한, 감쇄량(A)는 광도파로의 이동변위에 의해 정의될 수 있는 광차단거리(δ)와 고차 함수관계를 가지며, 예를 들어 삼차함수인

<54> $A[dB] = a \delta^3 + b \delta^2 + c \delta + d$ (여기서, a, b, c, d 는 상수임)

<55> 로 표현될 수 있다.

<56> 결과적으로, 구동전압에 따른 최종적인 감쇄량은 초기 감쇄량이 0인 위치에서 구동전압이 인가되면서 감쇄량이 증가하는 종래의 구동방식에 따르면,

<57> $A[dB] = \alpha V^5 + \beta V^4 + \gamma V^3 + \epsilon V^2 + d$ (여기서, $\alpha, \beta, \gamma, \epsilon$ 는 상수임)

<58> 로 나타난다.

<59> 이와 같은 광차단거리과 구동전압 및 광차단거리와 감쇄량 사이의 관계에 의한 최종적인 구동전압과 감쇄량의 관계는 도5a에 개략적인 그래프를 통해 보다 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

<60> 반면에, 본 발명과 같이, 구동전압이 0일 때 감쇄량이 최대인 광차단거리(δ_{\max})를 갖도록 이동식 광도파로를 배치하고, 구동전압이 증가됨에 따라 광차단거리를 감소시키는 방식을 구현되는 경우에는, 구동전압과 광차단거리의 관계는

<61>
$$d[\mu\text{m}] = 1/KV^2$$

<62> 로 표현될 수 있다.

<63> 따라서, 도5b에 개략적으로 도시된 바와 같이, 광차단거리와 감쇄량의 관계가 도5a와 동일할 때에, 최종적인 구동전압에 따른 감쇄량 관계는 반비례하면서도 거의 선형적인 관계를 나타낼 수 있다.

<64> 이와 같이, MEMS 가변 광감쇄기의 구조를 초기에 최대인 감쇄량을 갖도록 배치된 이동식 광도파로를 구비하고, 전압이 인가됨에 따라 이동식 광도파로가 광의 전송량을 증가시키도록 구성함으로써 전체적으로 비교적 선형적인 구동전압과 감쇄량의 관계를 얻을 수 있다.

<65> 결과적으로, 낮은 전압범위에서 감쇄량의 변화를 얻을 수 있을 수 있으며, 부가적인 전압제어장치없이도 보다 정밀한 감쇄량 제어를 실현할 수 있다.

<66> 보다 구체적으로 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기에서 구동전압에 따른 감쇄량의 변화를 도6a 및 도6b에 도시하였다.

<67> 도6a는 이동식 광도파로가 광송수신단의 광축방향의 수직이 되도록 이동되는 직선구동형 감쇄기에서의 결과이며, 도6b는 이동식 광도파로가 광송수신단의 광축방향에 따라 일정한 각으로 오프셋되도록 이동되는 회전구동형 감쇄기에서의 결과이다 또한, 도6a 및 도6b에 사용된 이동식 광도파로는 굴절율이 1.4501이며 $8\mu\text{m}$ 의 변길이를 갖는 정사각형 코어 및 굴절율이 1.445이며 $30\mu\text{m}$ 의 변길이를 갖는 정사각형인 클래드로 이루어졌다. 또한 충분한 감쇄량을 나타내도록 도6a에서는 $1600\mu\text{m}$ 의 길이를 갖는 광도파로를 사용하였으며, 도6b에서는 $2500\mu\text{m}$ 의 길이를 갖는 광도파로를 사용하였다.

<68> 도6a와 도6b의 그래프를 참조하면, 전체적으로 구동전압이 증가함에 따라 감쇄량이 감소하는 것으로 나타나 있다. 즉, 초기에 구동전압이 0일 때는 최대 감쇄량(각각 44dB, 46dB)를 나타내지만, 구동전압이 증가함에 따라 거의 선형적으로 감소하여 결과적으로 소정의 구동전압(19V)에서 감쇄량이 0으로 나타났다.

<69> 이와 같이, 구동전압과 감쇄량의 관계가 거의 선형적으로 변화하며, 특히 6V이하의 낮은 구동전압범위에서도 감쇄량의 변화가 뚜렷이 나타나며, 낮은 감쇄량범위(15dB)에서도 구동전압의 변화에 따라 감쇄량이 거의 선형적으로 변화하는 것을 알 수 있다.

<70> 본 발명에서는 구동전압과 감쇄량의 선형성을 유지하면서 입력전압에 비례하여 감쇄량이 증감되도록 전압공급부의 구성을 변경할 수 있다.

<71> 즉, 전압공급부에 입력전압(V_i)에 대해 소정의 최대전압(V_{max})과 차이에 해당하는 구동전압이 출력되도록 차동 구동증폭기를 추가적으로 마련함으로써, 입력전압에 비례하여 감쇄량이

발생되도록 마이크로 액츄에이터를 구동시킬 수 있다. 여기서, 상기 소정의 최대전압은 이동식 광도파로를 감쇄량이 0인 위치로 이동시킬 수 있는 전압을 말한다. 이와 같은 전압공급부를 채용한 실시형태에서는 전압에 따른 감쇄량의 선형성을 유지하면서도 실질적인 입력전압에 비례하게 감쇄량이 증감시킬 수 있다는 잇점을 제공한다.

<72> 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

【발명의 효과】

<73> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 MEMS 가변 광감쇄기는, 최대 감쇄량을 갖는 위치에 이동식 광도파로를 배치하고, 구동전압의 증가에 따라 감쇄량이 감소하도록 마이크로 액츄에이터를 구동시킴으로써 낮은 전압범위에서도 뚜렷한 감쇄량의 변화를 얻을 수 있으며, 전체적으로 구동전압에 따른 감쇄량 변화의 선형성을 확보할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 별도의 전압 제어회로 없이도, 구동전압을 이용하여 감쇄량을 정확하게 제어할 수 있는 MEMS 가변 광감쇄기를 제공할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

평탄한 상면을 갖는 기관;

상기 기관 상면에 서로 광축이 일치되도록 정렬된 광송신단과 광수신단;

상기 광송신단과 광수신단 사이에서 전송되는 광에 대한 감쇄량이 최대인 위치에 배치된 이동식 광도파로;

상기 기관 상에 배치되어 상기 이동식 광도파로를 이동시키기 위한 마이크로 액츄에이터; 및,

상기 마이크로 액츄에이터에 구동전압을 제공하는 전압공급부를 포함하며,

상기 마이크로 액츄에이터는 상기 전압공급부로부터 제공되는 구동전압이 증가함에 따라 상기 감쇄량이 감소되도록 상기 이동식 광도파로를 이동시키는 구조를 갖는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 이동식 광도파로는 구동전압이 0일 때에 상기 광송수신단 사이에 전송되는 광이 완전히 차단되는 위치에 배치되며, 상기 구동전압이 제공되기 시작하면 상기 광송수신단 사이에서 적어도 일부의 광량이 전송가능한 위치로 이동되는 것을 특징으로 하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 전압공급부는 입력전압이 증가됨에 따라 출력되는 상기 구동전압을 감소시키는 차동회로부를 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 이동식 광도파로는 상기 광축방향에 수직인 방향으로 이동되도록 구성된 것을 특징으로 하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 이동식 광도파로는 상기 광축방향을 중심으로 회전되도록 구성된 것을 특징으로 하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 마이크로 액츄에이터는,

상기 기판 상에 배치되며, 상기 광축에 대해 수직방향으로 이동가능하도록 형성된 제1 빔살부를 구비한 이동전극부와,

상기 기판 상에 고정되며, 상기 제1 빔살부와 서로 맞물린 제2 빔살부를 구비한 구동전극부를 포함하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 이동전극부는 상기 구동전극부와 상기 광송수신단의 광축 사이에 배치된 것을 특징으로 하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 마이크로 액츄에이터는,

상기 기판 상에 고정된 구동전극부와,

상기 기판 상에 힌지연결되어 제1 단이 상기 구동전극부 상에 부유하면서 상기 이동식 광도파로가 연결된 제2 단이 상하이동되도록 구성된 이동전극부를 포함하는 MEMS 가변 광감쇄기.

【청구항 9】

기판 상면에 서로 광축이 일치하도록 정렬된 광송신단과 광수신단 사이에서 전송되는 광이 원하는 양으로 감쇄시키는 이동식 광도파로 구동방법에 있어서,

상기 광송신단과 광수신단 사이에서 전송되는 광에 대한 감쇄량이 최대인 위치에 상기 이동식 광도파로를 위치시키는 단계; 및,

구동전압이 증가됨에 따라 상기 이동식 광도파로를 상기 광의 감쇄량이 감소되도록 이동시키는 단계를 포함하는 이동식 광도파로 구동방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 이동식 광도파로의 초기위치는 구동전압이 0일 때에 상기 광송수신단 사이에 전송되는 광이 완전히 차단되며, 상기 구동전압이 제공되기 시작하면 상기 광송수신단 사이에서 적어도 일부의 광량이 전송가능한 위치인 것을 특징으로 하는 이동식 광도파로 구동방법.

【청구항 11】

제9항에 있어서,

상기 이동식 광도파로를 이동시키기 위한 구동전압은 입력전압에 반비례한 것을 특징으로 하는 이동식 광도파로 구동방법.

【청구항 12】

제9항에 있어서,

상기 이동식 광도파로를 이동시키는 단계는,

상기 이동식 광도파로를 상기 광축방향에 수직인 방향으로 이동시키는 단계인 것을 특징으로 하는 이동식 광도파로 구동방법.

【청구항 13】

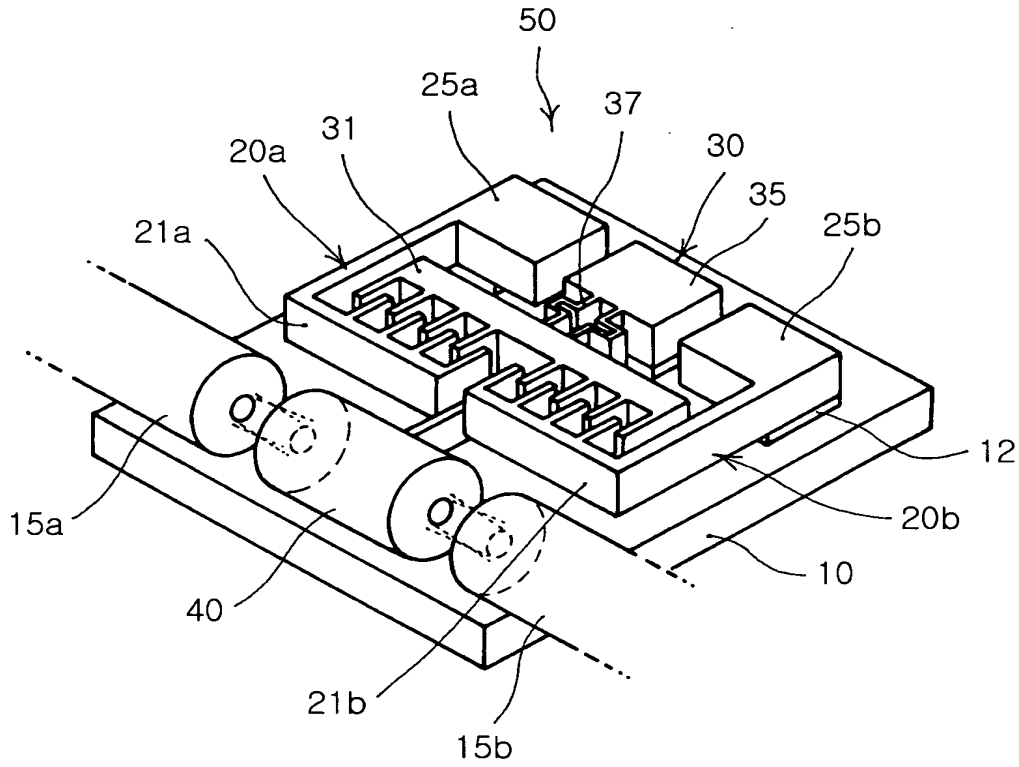
제9항에 있어서,

상기 이동식 광도파로를 이동시키는 단계는,

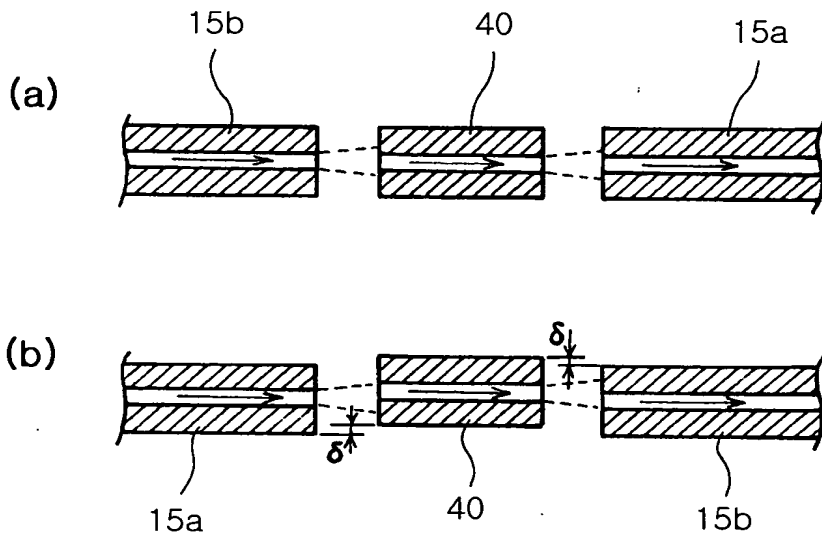
상기 이동식 광도파로를 상기 광축방향을 중심으로 회전되도록 이동시키는 것을 특징으로 하는 이동식 광도파로 구동방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】

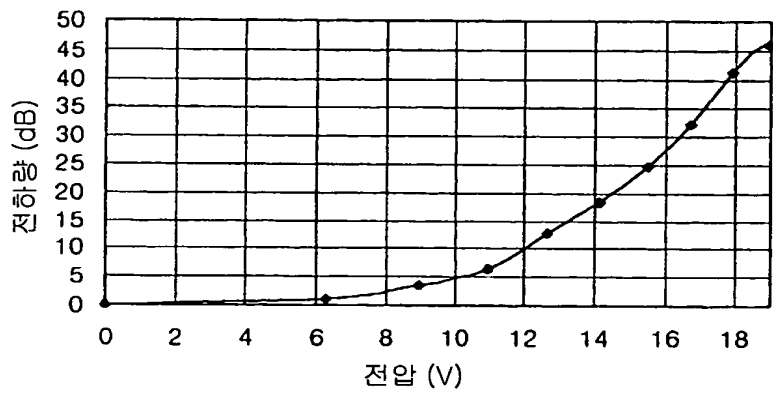




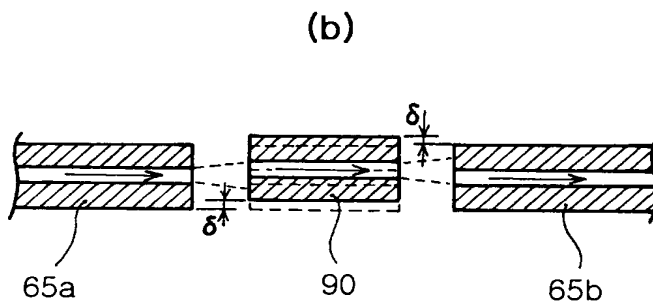
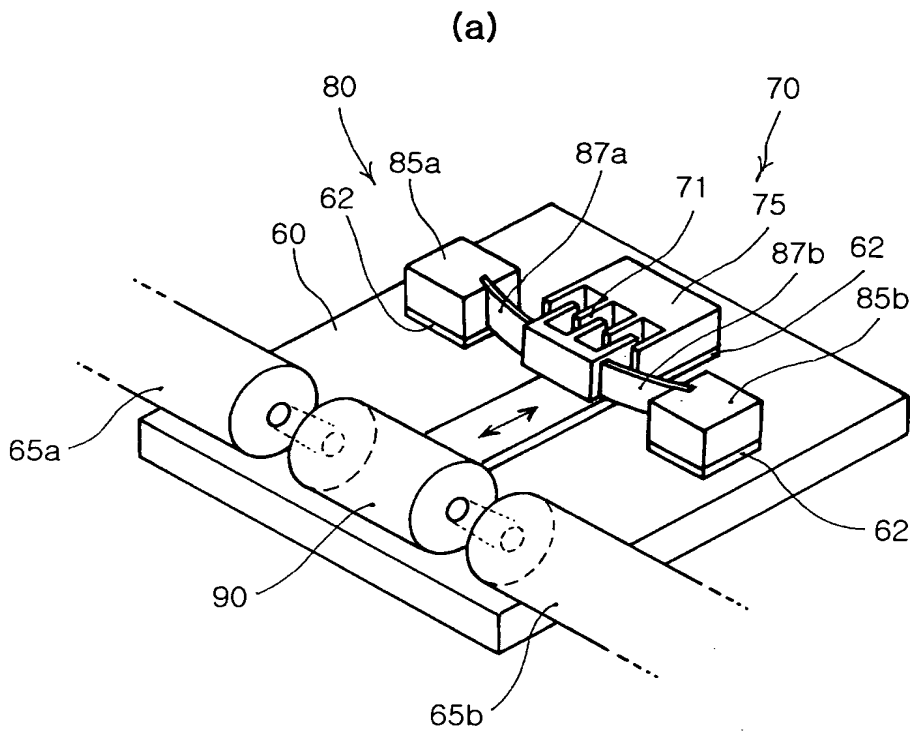
1020030041391

출력 일자: 2003/10/1

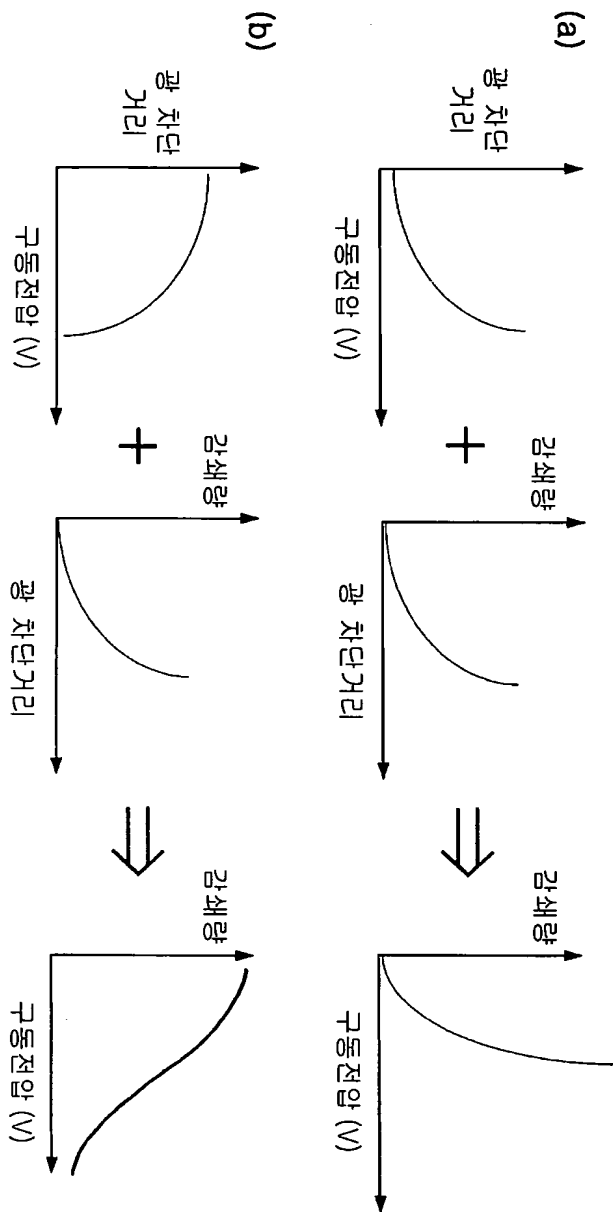
【도 3】



【도 4】

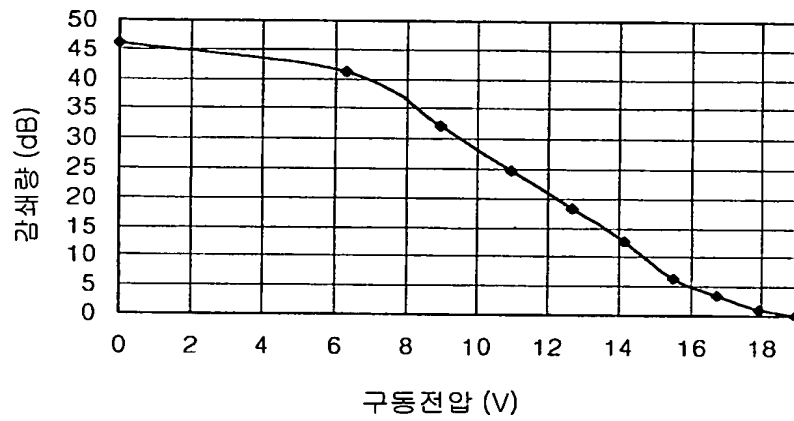


【도 5】



【도 6】

(a)



(b)

